

人类活动对海岸带资源环境的影响研究综述

徐谅慧^{1,2}, 李加林^{1,2}, 李伟芳¹, 赵 斯³, 袁麒翔¹, 王明月¹, 杨 磊¹, 卢雪珠¹

(1. 宁波大学建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211)

(2. 浙江省海洋文化与经济研究中心, 浙江 宁波 315211)

(3. 三亚市海洋与渔业监测中心, 海南 三亚 572000)

[摘要] 海岸带是人类生产、生活的重要场所。随着社会经济的不断发展, 人类活动对海岸带资源环境的干预在强度、广度和速度上都已经超过了自然的演化, 也引起了一系列的环境问题。本文从大河干流水利工程建设、围填海工程、滨海旅游、海水养殖等方面论述了人类活动对海岸带资源环境产生的影响, 并指出应从多学科的角度综合研讨人类不同活动对海岸带资源环境所带来的影响, 以此寻求海岸带资源开发需求与海岸带生境保护的平衡点。

[关键词] 人类活动, 海岸带, 资源环境, 影响

[中图分类号] X24, X145, P748 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2014)03-0124-08

Progress in Impact of Human Activities on Coastal Resource and Environment

Xu Lianghui^{1,2}, Li Jialin^{1,2}, Li Weifang¹, Zhao Si³, Yuan Qixiang¹, Wang Mingyue¹, Yang Lei¹, Lu Xuezhu¹

(1. Faculty of Architectural, Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

(2. Zhejiang Marine Culture and Economy Research Center, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

(3. Sanya Municipal Ocean and Fisheries Monitoring Center, Sanya 572000, China)

Abstract: Coastal zone is an important area for human being to produce and live. With the continuous development of society and economy, the extent impact of human activities on coastal resource and environment has surpass natural evolution, and also results in a series of environmental problems. This paper discussed the impacts of water conservancy construction, reclamation project, coastal tourism and sea farming on coastal resource and environment, then pointed out that future studies should discuss diverse human activities' impact on coastal environment and resource using multidisciplinary analysis method, and to find a equilibrium point between coastal resource development and coastal environmental protection.

Key words: human activities, coastal zone, resource and environment, impact

海岸带是海洋与大陆相互作用的地带, 也是海洋与大陆之间的过渡地带^[1], 具有很高的自然能量和生物生产力。海岸带由于其丰富的资源、优越的自然条件、良好的地理位置和独特的海陆特性, 成为人类活动最活跃和最集中的地域。目前, 全世界有将近 60% 的人口生活在仅占地球陆地面积的 10% 的海岸带区域^[2]。

在漫长的地球历史过程中, 海岸带的发展变化不仅受海洋、陆地、大气等自然环境的综合影响, 而且受到人类活动的直接影响。特别是进入工业革命以后, 人类对海岸带的干预在强度、广度和速度上也已接近或超过了自然变化, 人类活动已经成为地表系统仅次于太阳能、地球系统内部能量的“第三驱动力”^[3]。近一个世纪以来, 人类正在对海洋及海岸带进行着开发和索取, 但是与此同时, 也自觉或不自觉地破坏了海

收稿日期: 2014-03-13.

基金项目: 国家自然科学基金(41171073、41471004)、浙江省自然科学基金(Y5110321)、浙江省社科规划项目(12JDHY01Z)、宁波市社科规划项目(G12-XK05)、浙江省大学生科技创新活动计划(2014R405076、2014R405091)、宁波大学优秀学位论文培育基金(PY2013019)。

通讯联系人: 李加林, 教授, 博士生导师, 研究方向: 海岸带环境与资源开发. E-mail: nbnj2001@163.com

岸带的资源环境.人类对于海岸带资源环境的破坏,不仅仅是由于海水污染而导致海洋生态环境的破坏,更有诸如大河干流水利工程建设^[4]、围填海工程^[5]、海岸区采矿^[6]、海岸工程^[7]、海水养殖^[8]等众多人类活动都给海岸带的资源环境带来了不同程度的负面影响,这也为实现可持续发展战略带来了很大的困难,因此,研究海岸带环境变化中人类活动因素以及其对海岸资源环境的影响对于实现经济的可持续发展具有重要的作用.

长期以来,在水利工程建设、港湾开发、河口整治、海洋资源能源开发等实践任务的驱动下,不同学科的学者就人类不同活动对海洋环境造成的影响展开了大量的工作,为海岸带资源开发及环境保护做出了重要的贡献.针对各类海岸带开发利用活动对海岸带资源环境的不同影响,本文拟从大河干流建坝蓄水工程建设、围填海工程、滨海旅游、海水养殖等方面重点论述其对海岸带资源环境产生的影响.

1 大河干流建坝蓄水工程建设的资源环境影响

随着人类生产和生活用水的不断增长,在河流的中上游地区都兴建起大量的截流蓄水或跨流域调水工程,这类工程在截流了部分水量的同时,也使河流的输沙量减少,对海岸带的资源和生态环境也将产生显著和潜在的影响.

1.1 对水文泥沙的影响

重大水利工程建设将显著改变河流的径流量和其原有的季节分配,这将直接引起河口水文情势的变化.此外,由于大河干流重大水利工程建设导致河流入海泥沙减少,进而影响河口三角洲的演化^[9].河口三角洲海岸岸滩在新的动力泥沙环境下发生新的冲淤演变调整,原先淤涨型河口海岸,由于淤涨速度减缓,由强淤涨型转为弱淤涨型,甚至转化成平衡型或侵蚀型. Fanos^[10]对埃及尼罗河修坝前后入海泥沙量进行了研究,发现尼罗河在修建阿斯旺大坝后,入海泥沙量减少 98%; Carriquiry 等人^[11]也指出,科罗拉多河上由于修建胡佛等大坝导致入海泥沙断绝;而从国内的研究来看,钱春林就引滦工程对滦河三角洲的影响展开研究,指出滦河因上中游修建了 3 个大型水库和引水供应天津、唐山和秦皇岛而导致海岸泥沙补给骤减,口门岸滩蚀退速率大约是工程前的 6 倍^[12].三峡工程的建设,将大量长江径流截流在库区,导致长江口入海泥沙大量减少,河口侵蚀海岸地区的淤积速度放缓,部分地区已出现海岸侵蚀现象.

1.2 海水入侵

由于重大水利工程的拦蓄作用,流域中下游和河口的水量明显减少,使得海水入侵时间延长,海水倒灌距离加大,同时也造成了江水中氯化物的浓度升高.目前全世界范围内已有 50 多个国家和地区的几百个地段发现了海水入侵,主要分布于社会经济发达的滨海平原、河口三角洲平原及海岛地区.特别是进入 20 世纪 80 年代以来,我国渤海、黄海沿岸由于大型水利工程建设,都出现了不同程度的海水入侵加剧现象^[13].海水的入侵也将引起地下水含水层变咸,滩地土地盐碱化,导致严重的地下饮用水短缺^[14].三峡水库每年 10 月份蓄水,下泄流量减少,可能会引起海水溯江而上,从而使宝钢等地工业用水、生活用水受到影响,长江三角洲沿海部分耕地会发生盐碱化.

1.3 对河口湿地的影响

建坝蓄水导致河流携带泥沙能力下降,使得部分三角洲从淤积型向侵蚀型转化,海岸线蚀退严重,造成了大量湿地的萎缩.此外,王国平等人以向海湿地为研究对象,指出由于向海湿地上游的截流,洪水的消除或洪泛次数的减少限制了河流与其以前形成的洪泛湿地之间的交换,也就限制了河床的摆动和新沼泽地的形成,更进一步减少了维持河边洪泛湿地生态系统所必须的水量,导致湿地逐渐萎缩、破碎,甚至大面积丧失,使本已脆弱的生态平衡遭到严重破坏^[15].

综观以上研究,目前对于大河干流水利工程建设对海洋资源环境的影响研究,大多以建坝蓄水工程的影响为主,且研究具有较强的针对性,大多是针对某一项具体工程的影响进行预测和评价,而对于多个水利工程所造成的综合累积影响的评价研究较为少见.同时,许多研究多侧重于建坝蓄水工程建设对于河流流域水文及生态环境造成的影响,而对于河口及海岸带地区资源环境的影响研究也较为少见.因此,如何综合评价水利工程建设对海岸带资源环境造成的累积影响,将是水利工程建设对海岸带资源环境影响研究领域需要迫切解决的问题.

2 围填海工程的资源环境影响

围海是指在海滩或浅海上通过筑围堤或其他手段,以全部或部分闭合的形式围割海域进行海洋开发活动的用海方式,其部分改变了海域的自然属性;填海是指将筑堤围割海域填成土地,并形成有效岸线的用海方式,其从根本上改变了海域的自然属性^[16]. 围填海包括围海造田、造陆,兴建港口、码头、防波堤、栈桥等,用于工农业的生产和城市建设,能够有效缓解当前经济发展过快同工农业用地不足的矛盾. 但是,不恰当的围填海工程也将对海岸系统造成扰动,导致新的不平衡,甚至会引发一系列海洋环境灾害,对海洋环境构成不可逆转的影响或损失^[17].

2.1 对近岸流场的影响

围填海工程的建设,改变了局部海岸的地形及海岸的自然演变过程,导致了围垦区附近海域的水动力条件发生骤变,形成新的冲淤变化趋势^[18],进而可能影响工程附近海岸的淤蚀、海底地形、港口航道、海湾纳潮量、河道排洪、台风暴潮增水、污染物运移等.

长期以来,不同的学者运用不同的研究方法针对具体地区围填海工程造成的流场变化进行了不同的研究. 从研究方法来看,大多基于水力学或泥沙运动力学,通过建立数学模型或相关的物理模型来模拟或者计算工程前后流场的变化情况^[19-21]. 此外,也有基于GIS及RS手段,通过动态监测和目视解译等,从对近岸航运影响的角度来侧面反映围填海工程对近岸流场所造成的影响^[22].

从研究内容来看,李加林等^[23]分别从对河口、港湾、平直海岸、岛屿等4个方面综合阐述了不同类型的围垦工程对水沙动力环境的影响. 随着上海经济发展的日益推进,我国学者对围填海造成的长江口流场的变化展开了大量的研究,如曹颖等采用二维潮流数学模型模拟南汇东滩促淤围垦工程实施前后流场的变化,探讨围垦工程对邻近水域水动力产生的影响^[24]. 罗章仁^[25]、郭伟和朱大奎^[17]分别研究了近几十年来香港维多利亚港和深圳湾围垦工程对港湾纳潮面积、纳潮量、潮流速度等潮汐特征及港湾回淤的影响. 此外,Guo和Jiao^[26]也指出围填海加大了新增土地的盐渍化风险,加重了海岸侵蚀,使得海岸防灾减灾能力大大下降.

2.2 对近岸海域生态系统的影响

围填海改变了海洋的物理化学环境,会引起近岸海域生态系统结构的适应或破坏. 围填海工程对近岸海域生态系统的影响一般可以分为对近岸浮游生物的影响和对近岸底栖生物群落的影响两方面.

对浮游动植物的影响主要集中在工程的施工过程中悬浮物浓度的增加将导致水质的浑浊,水体透明度、光照度、溶解氧等下降,从而抑制了浮游植物的细胞分裂和浮游动物的繁殖^[27]. 但是,这种影响一般都是暂时性和小区域的,当施工结束时影响也将随之消失. 此外,孙丽等^[28]也指出由于韩国新万金围填海工程的实施,使得该海域内连续两年出现多环旋沟藻赤潮.

相对于围填海工程对浮游生物造成的影响而言,工程对底栖生物的影响更为直接,影响面及造成的危害也更广. 围填海工程将永久性地改变海域原有的底质和岸线,将导致底栖生物被挖起死亡或被掩埋致死,并且这种影响将得不到恢复,从而使得海域生态环境被破坏. 陈才俊^[29]指出,在苏北竹港围垦一二月内,沙蚕全部死亡,而生命力较强的蜆蜆也在7年内基本死亡. Wu Jihua^[30]等人在1998~2000年期间,通过对新加坡Sungei Punggol河口海岸围填海的大型底栖生物群落影响系统调查,指出由于围填海工程的实施,底栖生物的种类和丰度都明显下降. 由此可见围填海给底栖生物造成了显著的破坏效应.

2.3 对滨海湿地的影响

围填海工程对海岸带滨海湿地的影响主要包括两方面,其一为侵占湿地,导致湿地景观环境变化;其二是在一定程度上造成湿地沉积环境的变异^[31].

张华国等^[32]利用遥感数据,对杭州湾围垦淤涨情况进行了调查,指出自1986年以来,杭州湾地区的累积围垦面积已经达到124.28 km²,是围垦最为集中的地区,大面积地占用了原有的滨海湿地,并且改变了滨海湿地的景观环境. Han等人^[33]以我国南部海岸湿地为研究区域,指出南部的潮滩、红树林等湿地都出现了严重的退化,主要原因之一就是大规模、不合理的填海造地造成的. 俞炜炜等^[34]以福建兴化湾为例,评估围填海对滩涂湿地生态服务造成的累积影响,指出1959~2000年期间,兴化湾滩涂面积减少了21.35%,生态服务的年总价值损失达8.63×10⁹元,损失幅度为16.35%.

Sato^[35]通过对日本 Isahaya 湾填海造陆工程对湿地的影响分析,指出由于工程的实施,湿地动物群的种类和平均密度出现了明显下降.与此同时,底栖动物中的多毛类种类迅速上升为优势种类;在湿地表层,过量的磷、氮等营养盐超标促使某些藻类大量滋生,叶绿素 a 含量大幅升高,形成“赤潮”.潘少明等^[36]通过对香港维多利亚港的 Pb、Zn、Cu 等重金属在沉积柱状样的分析,表明围填海过程中,沉积速率较快的海域,Pb、Zn、Cu 等重金属的污染也较严重.

综上,上述研究多集中于围填海对湿地生态系统结构及功能的影响,研究方法也多局限于对湿地面积缩减程度的估计,对围填海与湿地功能丧失之间的耦合关系缺乏深入的研究.因此,以滨海湿地生态系统为纽带,探索围填海所造成的湿地生态功能损失的过程与机理,同时,将宏观(系统演化过程)与微观(环境要素物质循环过程)结合起来将是未来围填海工程对湿地生态系统影响研究的重点.

2.4 对海洋渔业资源的影响

大规模的围填海工程给海岸环境带来影响的同时,也影响到了海洋各类资源,间接对相关海洋产业造成了影响.例如,随着大连凌水综合整治填海工程和小平岛房地产项目的开发,占据了大量海域,影响了鱼类的洄游,破坏了鱼群的栖息环境和产卵地,使得该海域渔业资源不断衰竭^[16].苏纪兰和唐启升^[37]也指出,环渤海地区上世纪末期由于大量的围海养殖,使得河流断流,严重破坏了当地对虾的栖息地,从而导致了当时中国对虾捕捞业的衰退.然而由于不同种类的海洋生物迁徙能力及适应生态环境变化的能力不同,因此,栖息地丧失对于重要海洋生物资源的影响难以进行量化,只有通过围填海工程附近的生物资源进行长期的动态监测和研究,并结合生物学和生态学实验以及历史数据,才能对围填海影响生物资源的过程、程度和机理有更为准确的认识,这也是今后研究的重点.

3 滨海旅游的资源环境影响

作为旅游目的地之一,滨海旅游已经越来越受到国内外游客的欢迎,海岸带也成为世界旅游业发展最快的领域之一^[38].由于海岸带环境具有高度的动态特征,因此,任何对海洋或者海岸带的自然环境及生态系统的干涉都可能对其的长期稳定产生严重的影响后果^[39].

3.1 海水污染

世界各地的滨海旅游在开发和运营过程中,均造成了不同程度的海水污染,这些污染尤以加勒比海、地中海更为明显^[40].

Kuji^[41]对滨海旅游水体污染进行了研究,指出海水污染的来源主要包括两类:海岸带景区化肥池的泄露以及陆源污水处理系统对污染物的排放,特别是高尔夫球场使用的肥料的泄露以及陆源餐馆污水的不合理排放,这些都不同程度地引起了邻近海域水体的富营养化.其次是游船在出游过程中,由于废污水的任意无制度排放以及固体废物的倾倒也将造成近海域海水的污染.Marsh 和 Staple^[42]通过对加拿大地区滨海旅游的调查发现,特别是在一些生态脆弱地区,游船活动已对其环境造成了重大的威胁.

3.2 海岸线侵蚀

滨海旅游的开发也加剧了海岸线的侵蚀和后退.例如,观光海堤的修建,短期内影响了海岸带泥沙的季节分配,而从长期来看,则将引起海岸线后退和陆地面积的损失.同时,Baines^[43]通过对 SIDS 地区的调查发现,由于游船航道的修建,导致了岸边礁石爆破,附近泥沙由于及时填充了航道,从而破坏了海岸带泥沙的循环平衡,更加加剧了海岸带的侵蚀.三亚地区由于滨海大道等的建设,也导致了该区域自 2002 年以来,海岸线以平均每年 1~2 m 的速度向岸边推移^[44].

3.3 砂质退化

砂质退化也是滨海旅游所引起的较严重的环境问题之一.在滨海旅游过程中,由于污水、垃圾、船舶油类的污染,沙滩的表层颜色已经从白向灰过渡^[45].同时,由于过多的游客的踩踏,以及某些交通工具的随意停留,造成了沙滩紧实度增强,极大地降低了潮间带以及海岸带的生物多样性.

此外,国内外学者还对滨海旅游对海岸带地区的植被、土壤、大气等的自然环境影响做了大量的定性和定量的研究.如加拿大 Waterloo 大学地理系的 Wall 和 Wright^[46]利用旅游环境影响的既成事实法、长期监测法和模拟实验法阐明了旅游对生态环境的影响与环境要素间的相互关系.

就目前的研究来看,滨海旅游对海岸带资源环境的影响多集中于个案的研究,研究结论也基本以一定

的案例为基础而得出.同时,国内的研究多以社会经济统计资料以及环境监测资料为基础数据,还比较缺乏对新技术(如3S技术等)的应用.因此,如何有效利用先进的技术从定性和定量双方面来研究滨海旅游的资源环境影响,并且如何做好综合性的环境评价将是接下来研究工作所要关注的重点.

4 海水养殖的资源环境影响

近年来,由于长期的过度捕捞造成大部分鱼类资源下降,海水养殖业反而得到了迅猛的发展.海水养殖的生产和发展需要清洁的水域,于是其发展受到了海岸带其他人类活动的影响;反过来,由于某些海水养殖方式的不规范,也对周围海域的生态环境产生了影响^[47].

4.1 对养殖水体自身环境的影响

(1)营养物质污染.世界各地的网箱鱼类养殖都带来了不同程度的饵料浪费和近海水域污染.20世纪80年代,欧洲在网箱养殖鲑鱼过程中,投入的饲料只有1/5被有效利用,其余部分都以污染物的形式排入了海水中^[48].据了解,1987年,芬兰由于海水养殖,向沿岸排放了952 t的N和14 t的P,占芬兰当年沿岸排放N和P的2%和4%^[49].许多研究表明,海水养殖外排水对邻近水域营养物质负载在逐年增大,排出的N、P营养物质成为水体富营养化的污染源^[50].虽然,就目前而言,海水养殖的排污量与其他人类活动向海洋排污量相比比重并不大,但是已经有研究表明,某些海湾地区高密度的海水养殖与近海赤潮发生具有一定的相关性,从而将威胁到养殖鱼类、虾类和贝类的安全性^[51].

(2)药物污染.海水养殖中的化学药物主要用于鱼类的治病、清除敌害生物、消毒和抑制污损生物.据了解,1990年挪威在海水养殖上使用的抗生素已经超过了农业上的使用量^[52].海水养殖中的药物有一大部分将会直接进入到近海海域海水中,造成该区域海洋环境的短期或者长期退化.例如珠江口流域曾经因为使用大量硫酸铜来治理虾病,从而造成了该地区水环境中存在着相当严重的重金属铜污染^[53].同时,一些药物在养殖的生物体内残留和积累也将成为潜在的威胁,进而对整个水体的生态系统乃至人体造成危害.

4.2 对近海生物的影响

相对于自然生态系统来说,海水养殖这一人工的生态系统比较单一,需要依靠人工的调节来维持其内部的平衡.从可持续发展的角度出发,大量的单物种海水养殖,必然造成浅海或内湾内生物多样性向单一性转化,使得海洋生物“内循环”发生变异,甚至导致物质循环平衡失调.如桑沟湾的研究表明,浮游植物的生物量与贝类滤水率成反比关系^[54].

当然,海水养殖对海洋生物生态系统的影响并不都是有害的,海水养殖在一定程度上能够缓解由于过度捕捞造成的鱼类资源下降和自然环境变化的局面.海水养殖还能将人工培育、繁殖的苗种释放到渔业资源衰退的自然水域中,使其自然种群得以恢复.然而,海水养殖对自然种群基因多样性的破坏却远远超过了它的正效应.海水养殖过程中许多逃逸的鱼类可能会将自身携带的疾病甚至有害基因扩散到野生群体中,给天然基因库带来基因污染的潜在威胁.Svendrup^[55]通过研究发现经过基因改造的大洋鲑逃逸后与野生鲑鱼交配产生变种鱼类,使得缅因湾和芬迪湾的野生鲑鱼面临着灭种的威胁.此外,也有研究表明,逃逸的物种即使不与野生物种交配,但是也会与之竞争食物和栖息地导致当地物种灭绝.

4.3 对海岸滩涂、红树林的影响

在养殖对生态环境破坏的众多影响中,养虾业对滩涂、红树林的破坏最为明显.进入21世纪以来,全世界约有1 000~1 500 hm²的沿海低地被改造为养虾池,其中大部分低地都为红树林、盐碱地、沼泽地或农用地,而这些低地曾经对维持生态环境的平衡起着不可比拟的作用.

滩涂湿地和红树林在维持生物多样性上更是有着重要的生态学价值,既是海洋生物栖息、产卵场所,又是天然的水产养殖场.但是由于一系列盲目及缺乏规划的开发措施,破坏了滩涂和红树林这些禁忌种类的自然栖息环境.例如大规模的对虾养殖以及不合理的开发导致了滩涂生态环境的破坏,大量的滩涂贝类也遭到了不同程度的破坏^[56].又如通过对Patia河口三角洲的研究,由于海水养殖等一系列的人为活动影响,导致最大的红树林国家公园受到了毁灭性的打击^[57].同时,丧失了红树林就会丧失由它维持的捕捞产量,并使污染物积累、土壤酸化^[58].

5 其他人类活动对海岸带资源环境的影响

除此以外,其他人类活动如海岸采矿、污染物排放等也将对海岸带造成不同程度的影响。

我国海岸带有着丰富的砂矿资源,是建筑材料的重要组成部分之一。合理的开发和利用砂矿资源,能够有效地促进我国社会经济的发展,但是不合理的开采将会破坏海岸的动态平衡,从而引起一系列的海洋灾害。李凡^[4]指出山东省蓬莱市北海岸地区由于某单位的随意采砂,导致浅滩附近水深增加,加剧了海浪侵蚀海岸,导致该岸段的土地、房屋倒塌,造成重大损失。此外,张振克^[59]通过实地考察,也提出近40年来,芝罘岛北岸小海湾沿岸砾石堤由于人为的过度采运砾石,使得砾石堤的规模不断缩小,抵抗海浪的能力大大减弱,从而海蚀崖崩塌过程频繁发生。

人类生产生活中不同污染物的排放也将会影响海洋的资源环境,甚至对海洋水产品产生影响。首先,大气中二氧化硫、氮氧化物在湿度较大的空气中将形成酸雨,破坏海洋原有的酸碱平衡,而大气中的总悬浮物(TSP)沉降到海面上也将造成海洋生态环境的变化以及鱼类的减产。其次,随着工农业污水以及生活污水不断排入海洋,使得海洋中溶解氧和悬浮的有机物、无机物不断增多,从而造成海水富营养化,引发大面积的赤潮。陈玉芹^[60]指出,2001年中国近海赤潮发生频发,特别是浙江省,2次较大的赤潮造成了渔业损失达人民币近3亿元。此外,工业部门、生活垃圾等固体废弃物也会对海洋环境造成影响,各类有害物质和重金属随着河流流入海洋,通过被鱼类吸收而影响海洋环境及水产品的质量。

6 总结与研究展望

以上综述了近几十年来国内外有关人类活动对海岸带资源环境影响研究的主要进展。在过去的半个多世纪里,国内外学者从大河干流建坝蓄水工程建设、围填海工程、滨海旅游、海水养殖等方面,对人类活动所造成的海岸带资源环境影响等方面的实地检测以及理论模拟分析上取得了许多成就,为更好地构建人地关系的生态过程以及生态环境变化对人类的反馈模式提供了必要的前提和基础。尽管如此,但由于海岸带资源环境系统的庞大性和复杂性,加之不同区域特色显著,因此进行深入研究仍是必要的,今后需要深入研究的方面包括:

(1)已有的各项研究通常是只针对某一地区的某一项工程或人类活动的影响,缺乏综合累积影响的评价研究(即要不仅探讨某一具体水利工程的资源环境影响,要不局限于某一旅游开发的影响等),而这些海岸带活动通常是共同制约着海岸带资源环境的变化。因此,今后应在海岸带环境组成要素系统分析的基础上,综合探讨不同的人类开发方式对其造成的影响,通过海岸带环境的自然演替与人类活动效应的综合对比,以此来揭示人类活动影响下的海岸带资源环境演化原理和机制,寻求人类活动和海岸带资源环境演化的平衡点。

(2)已有研究大多以一个地区为例进行研究,而对于同一海岸(大河)工程对不同地域不同海岸环境所造成的资源环境影响的对比甚少。如中国三峡水坝建设与埃及阿斯旺大坝建设对海岸带资源环境影响的对比等。因此今后可以加强对同一类人类活动的资源环境影响的对比研究。

(3)此外,对于旅游等第三产业开发活动的海岸带资源环境影响,国内的研究多以社会经济统计资料以及环境监测资料为基础数据,还比较缺乏对新技术(如3S技术等)的应用。因此,随着高新技术的迅速发展,如何有效利用先进的技术从定性和定量双方面进行深入研究,并且如何做好综合性的环境评价将是接下来研究工作所要关注的重点。

(4)由于海岸带资源环境的特殊性,还应加强地理学、环境学、海洋生物学、物理学、数学、气象气候学^[61]等多学科的综合研究,探讨人类活动对海岸带资源环境的影响机制,寻求土地综合高效利用与海岸带生态环境保护及重建的海岸带可持续发展道路是未来人类活动对海岸带资源环境影响研究的发展趋势。同时,海岸带的开发管理,还应结合体制与政策等,加快政府职能转变,提高管理和服务质量,从而真正实现海岸带的可持续发展^[62]。

[参考文献]

[1] 钟兆站. 中国海岸带自然灾害与环境评估[J]. 地理科学进展, 1997, 3(1): 47-53.

- [2] Ahana Lakshmi, Rajagopalan R. Socio-economic implications of coastal zone degradation and their mitigation; a case study from coastal villages in India[J]. *Ocean and Coastal Management*, 2000, 43: 749–762.
- [3] 李天杰, 宁大同, 薛纪渝, 等. 环境地质学原理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [4] 李凡, 张秀荣. 人类活动对海洋大环境的影响和保护策略[J]. *海洋科学*, 2000, 24(3): 6–8.
- [5] 马龙, 于洪军, 王树昆, 等. 海岸带环境变化中的人类活动因素[J]. *海岸工程*, 2006, 4(25): 29–34.
- [6] 李萍, 李培英, 徐兴永, 等. 人类活动对海岸带灾害环境的影响[J]. *海岸工程*, 2004, 3(4): 45–49.
- [7] 聂红涛, 陶建华. 渤海湾海岸带开发对近海水环境影响分析[J]. *海洋工程*, 2008, 26(3): 44–50.
- [8] 毛龙江, 张永战, 张振克, 等. 人类活动对海岸海洋环境的影响——以海南岛为例[J]. *海洋开发与管理*, 2009, 26(7): 96–100.
- [9] Syvitski J P M, Vorosmarty C J, Kettner A J, et al. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global ocean[J]. *Science*, 2005, 308: 376–380.
- [10] Fanos A M. The impacts of human activities on the erosion and accretion of the Nile Delta coast[J]. *Journal of Coastal Research*, 1995, 11: 821–833.
- [11] Carriquiry J D, Sánchez A, Camacho-Ibar V F. Sedimentation in the northern Gulf of California after cessation of the Colorado River discharge[J]. *Sedimentary Geology*, 2001, 144: 37–62.
- [12] 钱春林. 引滦工程对滦河三角洲的影响[J]. *地理学报*, 1994, 49(2): 158–166.
- [13] 刘杜娟. 中国沿海地区海水入侵现状与分析[J]. *地质灾害与环境保护*, 2004, 15(1): 31–36.
- [14] 陈沈良, 陈吉余. 河流建坝对海岸的影响[J]. *科学*, 2002, 54(1): 12–15.
- [15] 王国平, 张玉霞. 水利工程对向海湿地水文与生态的影响[J]. *资源科学*, 2002, 24(3): 34–38.
- [16] 马军. 大连围填海工程对周边海洋环境影响研究[D]. 大连: 大连海事大学环境科学与工程学院, 2009.
- [17] 郭伟, 朱大奎. 深圳围海造地对海洋环境影响的分析[J]. *南京大学学报: 自然科学版*, 2005, 41(3): 286–296.
- [18] 周安国, 周大成, 姚炎明. 海湾围垦工程作用下的动力沉积响应[J]. *环境污染与防治*, 2004, 26(4): 281–286.
- [19] 宋立松. 钱塘江河口围垦回淤过程预测探讨[J]. *泥沙研究*, 1999, 44(3): 74–79.
- [20] 姚炎明, 沈益鋒, 周大成, 等. 山溪性强潮河口围垦工程对潮流的影响[J]. *水力发电学报*, 2005, 24(2): 25–29.
- [21] 吴创收. 华南流域人类活动和气候变化对入海水沙通量和三角洲演化的影响[D]. 上海: 华东师范大学资源环境科学学院, 2012.
- [22] 周沿海. 基于 RS 和 GIS 的福建滩涂围垦研究[D]. 福州: 福建师范大学地理科学学院, 2004.
- [23] 李加林, 杨晓平, 童亿勤. 潮滩围垦对海岸环境的影响研究进展[J]. *地理科学进展*, 2007, 26(2): 44–46.
- [24] 曹颖, 朱军政. 长江口南汇东滩水动力条件变化的数值预测[J]. *水科学进展*, 2005, 16(4): 581–585.
- [25] 罗章仁. 香港填海造地及其影响分析[J]. *地理学报*, 1997, 52(3): 220–227.
- [26] Guo H P, Jiao J J. Impact of coastal land reclamation on ground water level and the sea water interface[J]. *Ground Water*, 2007, 45(3): 362–367.
- [27] 孙志霞. 填海工程海洋环境影响评价实例研究[D]. 青岛: 中国海洋大学环境科学与工程学院, 2009.
- [28] 孙丽, 刘洪滨, 杨义菊. 中外围填海管理的比较研究[J]. *中国海洋大学学报: 社会科学版*, 2010, 23(5): 40–46.
- [29] 陈才俊. 围垦对潮滩动物资源环境的影响[J]. *海洋科学*, 1990, 14(6): 48–50.
- [30] Wu Jihua, Fu Cuizhang, Fan Lu, et al. Changes in free-living nematode community structure in relation to progressive land reclamation at an intertidal marsh[J]. *Applied Soil Ecology*, 2005, 29(1): 47–58.
- [31] 李杨帆, 朱晓东, 王向华. 填海造地对港湾湿地环境影响研究的新视角[J]. *海洋环境科学*, 2009, 28(5): 574.
- [32] 张华国, 郭艳霞, 黄韦良, 等. 1986 年以来杭州湾围垦淤涨状况卫星遥感调查[J]. *国土资源遥感*, 2005(2): 50–54.
- [33] Han Q, Huang X, Ship, et al. Coastal wetland in South China: degradation trends, causes and protection counter measures[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2006, 51(Supplement 2): 121–128.
- [34] 俞炜炜, 陈彬, 张路平. 海湾围填海对滩涂湿地生态服务累积影响研究——以福建兴化湾为例[J]. *海洋通报*, 2008, 27(1): 88.
- [35] Sato S, Kanazawa T. Faunal change of bivalves in Ariake Sea after the construction of the dike for reclamation in Isahaya Bay, Western Kyushu, Japan[J]. *Fossils(Tokyo)*, 2004, 76: 90–99.
- [36] 潘少明, 施晓冬, 王建业, 等. 围海造地工程对香港维多利亚港现代沉积作用的影响[J]. *沉积学报*, 2000, 18(1): 22–28.
- [37] 苏纪兰, 唐启升. 中国海洋生态系统动力学研究[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [38] Hall C M. Trends in ocean and coastal tourism: the end of the last frontier[J]. *Ocean and Coastal Management*, 2001, 44: 601

- 618.
- [39] Cicin-Sain B, Knecht R W. Integrated coastal and ocean management: concept and experiences [M]. Washington, DC: Island Press, 1998.
- [40] 梁修存, 丁登山. 国外海洋与海岸带旅游研究进展[J]. 自然资源学报, 2002, 17(6): 783-791.
- [41] Kuji T. The political economy of golf [J]. AMPO Japan-Asia Quarterly Review, 1991, 22(4): 47-54.
- [42] Marsh J, Staple S. Cruise tourism in the Canadian Arctic and its implication [C]//Hull C M, Johnston M E. Polar Tourism: Tourism in the Arctic and Antarctic Regions. Chichester: Wiley, 1995: 63-72.
- [43] Baines J B K. Manipulation of islands and men: sand-cay tourism in the South Pacific [C]//Britton S, Clark W C. Ambiguous Alternative: Tourism in Small Development Countries. Suva: University of the South Pacific, 1987: 16-24.
- [44] 赵善梅, 陈扬乐. 浅析海南滨海旅游开发对环境的影响 [C]//区域旅游: 创新与转型——第十四届全国区域旅游开发学术研讨会暨第二届海南国际旅游岛大论坛论文集. 海口: 海南出版社, 2010.
- [45] 吴宇华. 北海市银滩国家旅游度假区西区的环境问题 [J]. 自然资源学报, 1998, 13(3): 258.
- [46] Wall G, Wright C. The environmental impact of outdoor recreation [R]. Canada: Department of Geography, University of Waterloo, 1977: 53-58.
- [47] Gowen R J, Bradbury N B. The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review [J]. Oceanogr Mar Biol Ann Rev, 1987, 25: 563-575.
- [48] Ackefors H, Enell M. Discharge of nutrients from Swedish fish farming to adjacent sea areas. [J] Ambio, 1990, 19: 28-35.
- [49] ICES Headquarters. Report of the working group on Environmental interactions of mariculture [R]. Copenhagen K Denmark: ICES, 2002: 1-5.
- [50] 李文权, 郑爱榕, 李淑英. 海水养殖与生态环境关系的研究 [J]. 热带海洋, 1993, 32(12): 33-39.
- [51] Ent Stroem S, Fonselius S. Hypoxia and eutrophication in the southern Kattegat [C]//The Exploration of the Sea. Kattegat: Marine Science of Kattegat, 1994, 38: 115-145.
- [52] 刘家寿. 投饵式网箱养鱼对环境的影响 [J]. 水利渔业, 1996, 8(1): 32-34.
- [53] 贾晓平, 蔡文贵, 林钦. 我国沿海水域的主要污染问题及其对海水增养殖的影响 [J]. 中国水产科学, 1997, 4(4): 78-82.
- [54] 计新丽, 林小涛, 许忠能, 等. 海水养殖自身污染机制及其对环境的影响 [J]. 海洋环境科学, 2000, 19(4): 66-71.
- [55] Svendrup-Jensen S. Fish demand and supply projections [J]. Naga, 1997, 20(9): 112-127.
- [56] 国家科学技术部. 浅海滩涂资源开发 [M]. 北京: 海洋出版社, 1999.
- [57] Juan D, Restrepo A, Albert Kettner. Human induced discharge diversion in a tropical delta and its environmental implications: the Patia River, Colombia [J]. Journal of Hydrology, 2012, 124-142.
- [58] Ong J E. Man groves and aquaculture in Malaysia [J]. Ambio, 1989, 18: 252-257.
- [59] 张振克. 人类活动对烟台附近海岸地貌演变的影响 [J]. 海洋科学, 1995, 19(3): 59-62.
- [60] 陈玉芹. 赤潮与海洋污染 [J]. 唐山师范学院学报, 2002, 24(2): 11-12, 40.
- [61] Rute Pinto, Filomena Cardoso Martins. The portuguese national strategy for integrated coastal zone management as a spatial planning instrument to climate change adaptation in the Minho River Estuary (Portugal NW-Coastal Zone) [J]. Environmental Science and Policy, 2013, 33: 76-96.
- [62] 杨义勇. 我国海岸带综合管理问题研究 [D]. 湛江: 广东海洋大学经济管理学院, 2013.

[责任编辑: 丁 蓉]